Auszug aus dem Monatsbericht der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

21. Nov. 1861. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. du Bois-Reymond legte Untersuchungen von Hrn. Professor A. v. Bezold in Jena über den Beginn der negativen Stromesschwankung im gereizten Muskel (Jena, 18. November 1861) vor.

Hr. Helmholtz hat die Beantwortung der Frage, welche Zeit zwischen dem Augenblicke der Erregung der Muskelfaser und dem Eintritt der negativen Stromesschwankung in der letzteren verfliefse, schon im Jahre 1854 in Angriff genommen.

Das Resultat seiner in diesen Berichten [1]) niedergelegten Untersuchung war „dafs der Muskelstrom seine Stärke am schnellsten zu ändern scheine etwa während der Mitte der Periode der latenten Reizung", dafs sich aber „über Anfang und Ende der negativen Stromesschwankung aus seinen Versuchen Nichts bestimmen lasse". Zu diesem Schlusse gelangte Hr. Helmholtz auf folgende Weise. Er prüfte mittelst der graphischen Methode den zeitlichen Verlauf der secundären Zuckung. Der Nerv des zeichnenden Muskels lag dabei auf einem zweiten, von seinem Nerven aus durch den Öffnungsinductionsschlag zu reizenden Muskel; und es war demnach die elektrische Veränderung des letzteren die Erregungsquelle für den Nerven des zeichnenden Muskels. Es ist nun die Zeit, welche zwischen dem Augenblick der Erregung des primär gereizten Nerven und dem Eintritt der secundären Zuckung liegt, die Summe von vier Gliedern. Diese Glieder sind:

1) das Stadium der latenten Reizung des zeichnenden Muskels $= T_1$,
2) die Zeit der Leitung der secundären Erregung von der unmittelbar durchflossenen Strecke zum Muskel $= T_2$,

---

[1]) 1854, S. 328—332. „Über die Geschwindigkeit einiger Vorgänge in Muskeln und Nerven".

3) der Zeitraum, welcher zwischen dem Anlangen der Erregung im primär gereizten Muskel und dem Momente verfliefst, wo derselbe den auf ihm liegenden Nerven in den Zustand der Erregung überführt, $= T_3$,

4) der Zeitraum, den die Leitung der Erregung vom primär gereizten Nerven zu seinem Muskel in Anspruch nimmt, $= T_4$.

Die Gröfsen T_1 T_2 und T_4 sind bekannt, gesucht wird T_3 und diese fand Hr. Helmholtz gleich $\frac{1}{200}$ Secunden. Hieraus schlofs dieser Forscher, dafs zwischen dem Anlangen der Erregung im primär gereizten Muskel und dem Augenblicke der stärksten elektrischen Veränderung desselben ungefähr ein Zeitraum von $\frac{1}{200}$ Secunde liege.

Dieser Schlufs bedarf aber nach den neueren Erfahrungen über die zeitlichen Verhältnisse, welche bei der Nervenerregung durch schwache elektrische Ströme in's Spiel kommen[2]), und nach neuen Versuchen, welche ich, hierdurch veranlafst, besonders zu diesem Behufe in der letzten Zeit angestellt habe, einer wesentlichen Abänderung.

Bei der Erregung der Nervenfaser durch Öffnung oder Schliefsung schwacher Ströme durch dieselbe, verfliefst, wie ich a. a. O. gezeigt habe, zwischen dem Augenblicke der Stromesschwankung und dem Augenblicke, wo in Folge hiervon der Nerv in den Zustand der Reizung verfällt, ein nicht unbedeutender, mit der Abnahme der Stromesdichte zunehmender Zeitraum. Diese Zeit kann viel gröfser werden, als die Hälfte des Stadiums der latenten Reizung des Muskels beträgt.

Nun aber beruht die Erregung eines Nerven durch die negative Schwankung des Muskelstromes, wesentlich auf der Öffnung und unmittelbar darauf folgenden Schliefsung eines sehr schwachen, in diesem Nerven fliefsenden Stromes.

Es hat daher die Annahme eine überwiegende Wahrscheinlichkeit für sich, dafs jener von Hrn Helmholtz gefundene Zeitraum von $\frac{1}{200}$ Secunden zum Theil oder ganz auf die Rechnung jenes Zeitintervalles komme, welches regelmäfsig zwischen der

---

[2]) Vergl. A. v. Bezold, Untersuchungen über die elektrische Erregung der Nerven und Muskeln. Leipzig 1861. S. 278 ff.

Öffnung oder Schliefsung eines schwachen im Nerven fliefsenden Stromes und dem Eintritt der hierdurch erzeugten Nervenerregung. verfliefst. Um hierüber in's Klare zu kommen habe ich eine Reihe von Versuchen eingerichtet, deren Resultat kurz folgendes ist.

1) Zwischen der einfachen Öffnung oder der einfachen Schliefsung eines im Nerven fliefsenden Stromes von der Stärke des gewöhnlichen Muskelstromes (zwischen Längsschnitt und künstlichem Querschnitt) und dem Eintritt der hierdurch erzeugten Nervenerregung verfliefst im Durchschnitt ein Zeitraum, der mindestens $\frac{1}{200}$ Secunde beträgt, der aber meistens diese Gröfse um ein Beträchtliches übertrifft.

2) Die Gröfse der durch die Helmholtz'sche Methode erhaltenen Zeit T_3 ist sehr variabel.

   Sie hängt ab von der Dichtigkeit des im Nerven fliefsenden „ruhenden Muskelstromes", von der Richtung desselben im secundär gereizten Nerven, von der Schliefsungsdauer desselben, und von der Erregbarkeit der secundär erregten Nervenstrecke.

3) Ist der Muskelstrom sehr stark (bei sehr frischen Muskeln sehr grofser Frösche), ist ferner die Richtung des Stromes, dessen Schwankung die secundäre Zuckung erzeugt, im Nerven aufsteigend, und befindet sich die unmittelbar durchflossene Nervenstrecke im Zustand der höchsten Erregbarkeit, so verschwindet dieser Zeitraum vollständig.

4) Dagegen kann dieser Zeitraum unter ungünstigen Bedingungen für die secundäre Erregung, bis zum Anderthalbfachen des Stadiums der latenten Reizung und darüber wachsen.

Aus diesen Versuchen schliefse ich:

> „dafs die negative Schwankung des Muskelstromes unmittelbar mit, oder eine unmefsbar kleine Zeit nach dem Augenblick der Reizung des Muskels beginnt".

Die elektrische Veränderung des gereizten Muskels tritt demnach im Momente der Reizung selbst ein. Aber nur unter den allergünstigsten Bedingungen fällt die secundäre Erregung des

Nerven mit dem Beginne der negativen Stromesschwankung zusammen; in den meisten Fällen liegt zwischen dem Beginne dieser Veränderung und der dadurch erzeugten Nervenerregung jener, durch die Schwäche des Muskelstromes bedingte Zeitraum der Vorbereitung, dessen Gröfse, wie dies nicht anders zu erwarten war, abhängt von der Richtung und Stärke des Muskelstromes und von der Erregbarkeit des secundär erregten Nerven. Über die Schnelligkeit, mit der der Muskelstrom in den einzelnen Zeitabschnitten nach der Reizung fällt oder steigt, ist vorläufig aus diesen Versuchen nichts zu bestimmen, da das Gesetz der Nervenerregung durch den Strom noch viel zu complizirt ist, um den Einflufs, welchen die Schnelligkeit der Stromesschwankung auf die Gröfse der Reizung ausübt, klar zu erkennen.

Die Thatsache, dafs unter den Veränderungen, welche wir am gereizten Muskel wahrnehmen, die im Momente der Reizung selbst beginnende Stromesschwankung des Muskels zu allererst auftritt, ist gewifs angesichts der von du Bois-Reymond aufgedeckten innigen Beziehung zwischen der elektrischen Veränderung des Muskels und seiner physiologischen Leistung, von hoher Wichtigkeit. Sie ist ein neuer Beweis dafür, dafs die Veränderungen der elektrischen Eigenschaften des Muskels und somit auch des Nerven, auf's engste zusammenhängen mit den inneren Ursachen, deren Folge die Thätigkeit des Nerven, die Zusammenziehung des Muskels ist. Sie ist überdies von besonderer Wichtigkeit, weil sie am besten den Verdacht widerlegt, den schon du Bois-Reymond geschöpft hatte, dafs die negative Schwankung den Stromveränderungen vergleichbar sei, die nach seinen neuerdings von Meissner mit etwas abweichendem Erfolge wiederholten Versuchen passive Formveränderungen des Muskels begleiten[3]). Eine Stromesschwankung, welche dem Beginn der Formveränderung um $\frac{1}{100}$ Secunde voraufgeht, kann nicht wohl die Folge von letzterer sein.

---

[3]) Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. S. 129—142. — G. Meissner, Zur Kenntnifs des elektrischen Verhaltens des Muskels. Vorläufige Mittheilung in Henle's und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. 1861. Bd. XII. S. 344.